

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-050589

(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/301

(21)Application number : 2000-235602

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 03.08.2000

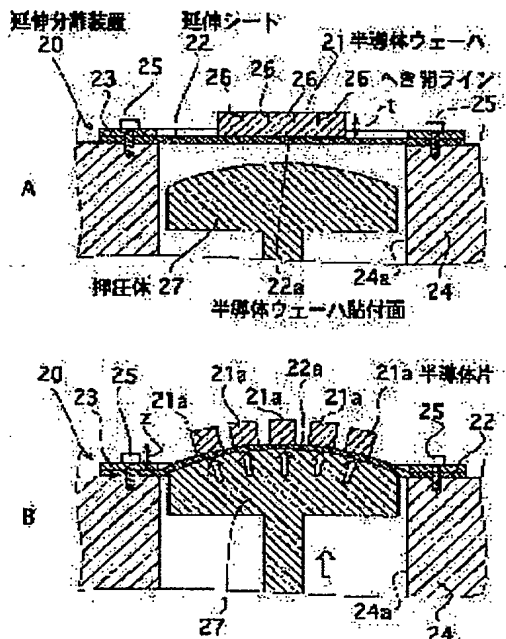
(72)Inventor : IKEDA MASAOKI

(54) METHOD AND DEVICE FOR STRETCHING AND SEPARATING SEMICONDUCTOR WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device for stretching and separating a semiconductor wafer, which can efficiently and surely separate the wafer into semiconductor pieces along all cleavage lines, without taking trouble and time.

SOLUTION: A stretch sheet 22, having a flat semiconductor wafer sticking face 22a to which the semiconductor wafer 21 where the cleave lines 26 are formed, is stuck is held in a part at the outer peripheral side of the semiconductor wafer sticking face 22a. A depressing means 27 gives depression force from the reverse side of the semiconductor wafer sticking face 22a, and the whole semiconductor wafer sticking face 22a is swollen into a curved shape and is stretched. Then, the semiconductor wafer 21 is separated into plural semiconductor pieces 21a along the cleavage line 26.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-50589
(P2002-50589A)

(43)公開日 平成14年2月15日(2002.2.15)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 1 L 21/301

識別記号

F I
H 0 1 L 21/78

テマコード(参考)
X

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-235602(P2000-235602)

(22)出願日 平成12年8月3日(2000.8.3)

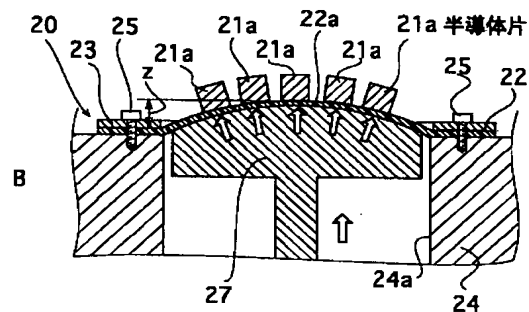
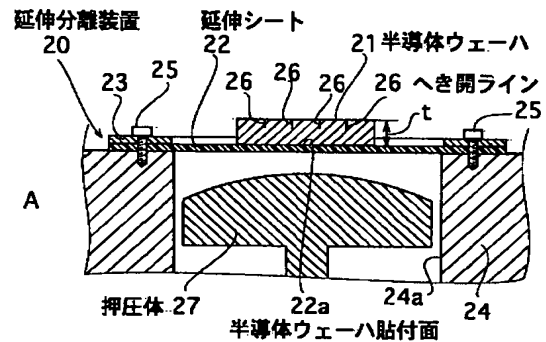
(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 池田 真朗
宮城県白石市白鳥三丁目53番地の2 ソニ
ー白石セミコンダクタ株式会社内

(54)【発明の名称】 半導体ウェーハの延伸分離方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 手間と時間をかけずに効率よく確実に全てのへき開ラインについて半導体片へと分離できる半導体ウェーハの延伸分離方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 へき開ライン26が形成された半導体ウェーハ21が貼り付けられる平らな半導体ウェーハ貼付面22aを有する延伸シート22を、半導体ウェーハ貼付面22aより外周側の部分で保持し、押圧手段27で半導体ウェーハ貼付面22aの裏面側から押圧力を与えて、この半導体ウェーハ貼付面22a全面を曲面状に膨出させて延伸させ、半導体ウェーハ21をへき開ライン26に沿って複数の半導体片21aに分離する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 延伸シートに形成された平らな半導体ウェーハ貼付面に、へき開ラインが形成された半導体ウェーハを貼り付け、前記延伸シートを延伸させて前記半導体ウェーハを前記へき開ラインに沿って複数の半導体片に分離する半導体ウェーハの延伸分離方法において、前記延伸シートを、前記半導体ウェーハ貼付面より外周側の部分で保持し、

前記半導体ウェーハ貼付面の裏面側から押圧力を与えてこの半導体ウェーハ貼付面全面を曲面状に膨出させて延伸させ、前記半導体ウェーハを前記へき開ラインに沿って複数の半導体片に分離することを特徴とする半導体ウェーハの延伸分離方法。

【請求項2】 へき開ラインが形成された半導体ウェーハが貼り付けられる平らな半導体ウェーハ貼付面を有する延伸シートと、

前記延伸シートを、前記半導体ウェーハ貼付面より外周側の部分で保持する保持手段と、

前記保持手段で保持された前記延伸シートの前記半導体ウェーハ貼付面の裏面側から押圧力を与えて、この半導体ウェーハ貼付面全面を曲面状に膨出させて延伸させる押圧手段とを備え、

前記半導体ウェーハを貼り付けた前記半導体ウェーハ貼付面の全面が曲面状に膨出して延伸されることで、前記半導体ウェーハは前記へき開ラインに沿って複数の半導体片に分離されることを特徴とする半導体ウェーハの延伸分離装置。

【請求項3】 前記押圧手段は、前記半導体ウェーハ貼付面の裏面と対向する球面または円柱側面を有する押圧体と、

前記球面または円柱側面が前記半導体ウェーハ貼付面の裏面を押圧して膨出させるべく前記押圧体と前記延伸シートとを相対的に移動させる移動手段とから成ることを特徴とする請求項2に記載の半導体ウェーハの延伸分離装置。

【請求項4】 前記球面または円柱側面の曲率半径を r 、前記押圧体とその球面または円柱側面で前記半導体ウェーハ貼付面の裏面を押圧して前記延伸シートに対して相対的に移動する移動量を z 、前記半導体ウェーハの厚さを t 、前記半導体ウェーハの短手方向の長さを L とすると、

$r \leq L \times 500$ 、 $z \geq t \times 5$ 、であることを特徴とする請求項3に記載の半導体ウェーハの延伸分離装置。

【請求項5】 前記半導体ウェーハは円板状であり、前記分離されるべき半導体片は長尺板状であり、

前記押圧手段は、前記半導体ウェーハ貼付面の裏面と対向する円柱側面を有する押圧体と、

前記円柱側面がその軸線方向を前記半導体片の長手方向と一致させて前記半導体ウェーハ貼付面の裏面を押圧して膨出させるべく前記押圧体と前記延伸シートとを相対

的に移動させる移動手段とから成ることを特徴とする請求項2に記載の半導体ウェーハの延伸分離装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、延伸シートに貼り付けられた半導体ウェーハを、へき開ラインに沿って複数の半導体片に分離する半導体ウェーハの延伸分離方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図5は、従来の半導体ウェーハの延伸分離工程を説明する断面図である。図5Aにおいて、粘着樹脂で成る延伸シート2の半導体ウェーハ貼付面2a上には半導体ウェーハ1が貼り付けられる。半導体ウェーハ1には、ダイヤモンドカッターなどで引っ掻いて、へき開ライン3が形成されている。

【0003】延伸シート2を、例えば半導体ウェーハ貼付面2aの外周側部分をクランプ部材などで引っ張って、矢印で示す水平方向に延伸させると、図5Bに示すように、半導体ウェーハ1は、結晶がある一定の方向に容易に割れて平面をつくる性質（へき開性）により、へき開ライン3に沿って複数の半導体片1aに分離する。

【0004】また、特公平7-79095号公報では、図6に示すように、外周側をリング状のフレーム5で固定されたテープ6に半導体ウェーハ7が貼り付けられており、テープ6の下方には押し上げ部材8が上下及び左右に移動可能に配設されている。半導体ウェーハ7には紙面を貫く方向に沿って延びるブレイクライン11a～11eが形成されており、押し上げ部材8もその方向に沿って延びており、その先端には複数のボール9が並んで取り付けられている。

【0005】押し上げ部材8は、先端のボール9の並び方向と、半導体ウェーハ7のブレイクライン11aの延びる方向とを合わせて、テープ6の下方より押し上げられる。この押し上げ移動によりボール9はテープ6の下面と接触し、テープ6に貼り付けられている半導体ウェーハ7を押し上げ、この接触点を支点にして曲げ応力を発生させブレイクライン11aに沿って半導体片7aが分離される。そして、次のブレイクライン11bへと、押し上げ部材8はカム10上を移動されブレイクライン11bについて同様なブレイク動作が行われる。以後、連続して他のブレイクラインについても同様に行われていく。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した図5に示す従来例では、延伸シート2の延伸率の位置的な違いから半導体片1aへの分離ができない領域が発生する場合がある。特に中央部では延伸率が外周側に比べて小さく分離不良1bが生じやすい。分離工程後、分離された半導体片は画像処理によって1つずつ見極められ、ピックアップ（吸着）されるが、分離できなかった複数個（図示で

は2個)分のチップがあると、そのときにエラーとなり設備稼働率の低下や歩留低下を引き起こす。

【0007】また、特公平7-79095号公報(図6)では、その都度、ボール9の並び方向をブレークライン11a~11eの方向に位置合わせして、そしてある特定のブレークライン1本に関してのみの2分割を、ブレークラインの本数分、1回ずつ行っていかなければならず作業性が悪い。

【0008】本発明は上述の問題に鑑みてなされ、手間と時間をかけずに効率よく確実に全てのへき開ラインについて半導体片へと分離できる半導体ウェーハの延伸分離方法及び装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するにあたり、本発明の半導体ウェーハの延伸分離方法では、延伸シートを、半導体ウェーハ貼付面より外周側の部分で保持し、半導体ウェーハ貼付面の裏面側から押圧力を与えてこの半導体ウェーハ貼付面全面を曲面状に膨出させて延伸させ、半導体ウェーハ貼付面に貼り付けられた半導体ウェーハをへき開ラインに沿って複数の半導体片

10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350
360
370
380
390
400
410
420
430
440
450
460
470
480
490
500
510
520
530
540
550
560
570
580
590
600
610
620
630
640
650
660
670
680
690
700
710
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810
820
830
840
850
860
870
880
890
900
910
920
930
940
950
960
970
980
990
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070
1080
1090
1100
1110
1120
1130
1140
1150
1160
1170
1180
1190
1200
1210
1220
1230
1240
1250
1260
1270
1280
1290
1300
1310
1320
1330
1340
1350
1360
1370
1380
1390
1400
1410
1420
1430
1440
1450
1460
1470
1480
1490
1500
1510
1520
1530
1540
1550
1560
1570
1580
1590
1600
1610
1620
1630
1640
1650
1660
1670
1680
1690
1700
1710
1720
1730
1740
1750
1760
1770
1780
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
2110
2120
2130
2140
2150
2160
2170
2180
2190
2200
2210
2220
2230
2240
2250
2260
2270
2280
2290
2300
2310
2320
2330
2340
2350
2360
2370
2380
2390
2400
2410
2420
2430
2440
2450
2460
2470
2480
2490
2500
2510
2520
2530
2540
2550
2560
2570
2580
2590
2600
2610
2620
2630
2640
2650
2660
2670
2680
2690
2700
2710
2720
2730
2740
2750
2760
2770
2780
2790
2800
2810
2820
2830
2840
2850
2860
2870
2880
2890
2900
2910
2920
2930
2940
2950
2960
2970
2980
2990
3000
3010
3020
3030
3040
3050
3060
3070
3080
3090
3100
3110
3120
3130
3140
3150
3160
3170
3180
3190
3200
3210
3220
3230
3240
3250
3260
3270
3280
3290
3300
3310
3320
3330
3340
3350
3360
3370
3380
3390
3400
3410
3420
3430
3440
3450
3460
3470
3480
3490
3500
3510
3520
3530
3540
3550
3560
3570
3580
3590
3600
3610
3620
3630
3640
3650
3660
3670
3680
3690
3700
3710
3720
3730
3740
3750
3760
3770
3780
3790
3800
3810
3820
3830
3840
3850
3860
3870
3880
3890
3900
3910
3920
3930
3940
3950
3960
3970
3980
3990
4000
4010
4020
4030
4040
4050
4060
4070
4080
4090
4100
4110
4120
4130
4140
4150
4160
4170
4180
4190
4200
4210
4220
4230
4240
4250
4260
4270
4280
4290
4300
4310
4320
4330
4340
4350
4360
4370
4380
4390
4400
4410
4420
4430
4440
4450
4460
4470
4480
4490
4500
4510
4520
4530
4540
4550
4560
4570
4580
4590
4600
4610
4620
4630
4640
4650
4660
4670
4680
4690
4700
4710
4720
4730
4740
4750
4760
4770
4780
4790
4800
4810
4820
4830
4840
4850
4860
4870
4880
4890
4900
4910
4920
4930
4940
4950
4960
4970
4980
4990
5000
5010
5020
5030
5040
5050
5060
5070
5080
5090
5100
5110
5120
5130
5140
5150
5160
5170
5180
5190
5200
5210
5220
5230
5240
5250
5260
5270
5280
5290
5300
5310
5320
5330
5340
5350
5360
5370
5380
5390
5400
5410
5420
5430
5440
5450
5460
5470
5480
5490
5500
5510
5520
5530
5540
5550
5560
5570
5580
5590
5600
5610
5620
5630
5640
5650
5660
5670
5680
5690
5700
5710
5720
5730
5740
5750
5760
5770
5780
5790
5800
5810
5820
5830
5840
5850
5860
5870
5880
5890
5900
5910
5920
5930
5940
5950
5960
5970
5980
5990
6000
6010
6020
6030
6040
6050
6060
6070
6080
6090
6100
6110
6120
6130
6140
6150
6160
6170
6180
6190
6200
6210
6220
6230
6240
6250
6260
6270
6280
6290
6300
6310
6320
6330
6340
6350
6360
6370
6380
6390
6400
6410
6420
6430
6440
6450
6460
6470
6480
6490
6500
6510
6520
6530
6540
6550
6560
6570
6580
6590
6600
6610
6620
6630
6640
6650
6660
6670
6680
6690
6700
6710
6720
6730
6740
6750
6760
6770
6780
6790
6800
6810
6820
6830
6840
6850
6860
6870
6880
6890
6900
6910
6920
6930
6940
6950
6960
6970
6980
6990
7000
7010
7020
7030
7040
7050
7060
7070
7080
7090
7100
7110
7120
7130
7140
7150
7160
7170
7180
7190
7200
7210
7220
7230
7240
7250
7260
7270
7280
7290
7300
7310
7320
7330
7340
7350
7360
7370
7380
7390
7400
7410
7420
7430
7440
7450
7460
7470
7480
7490
7500
7510
7520
7530
7540
7550
7560
7570
7580
7590
7600
7610
7620
7630
7640
7650
7660
7670
7680
7690
7700
7710
7720
7730
7740
7750
7760
7770
7780
7790
7800
7810
7820
7830
7840
7850
7860
7870
7880
7890
7900
7910
7920
7930
7940
7950
7960
7970
7980
7990
8000
8010
8020
8030
8040
8050
8060
8070
8080
8090
8100
8110
8120
8130
8140
8150
8160
8170
8180
8190
8200
8210
8220
8230
8240
8250
8260
8270
8280
8290
8300
8310
8320
8330
8340
8350
8360
8370
8380
8390
8400
8410
8420
8430
8440
8450
8460
8470
8480
8490
8500
8510
8520
8530
8540
8550
8560
8570
8580
8590
8600
8610
8620
8630
8640
8650
8660
8670
8680
8690
8700
8710
8720
8730
8740
8750
8760
8770
8780
8790
8800
8810
8820
8830
8840
8850
8860
8870
8880
8890
8900
8910
8920
8930
8940
8950
8960
8970
8980
8990
9000
9010
9020
9030
9040
9050
9060
9070
9080
9090
9100
9110
9120
9130
9140
9150
9160
9170
9180
9190
9200
9210
9220
9230
9240
9250
9260
9270
9280
9290
9300
9310
9320
9330
9340
9350
9360
9370
9380
9390
9400
9410
9420
9430
9440
9450
9460
9470
9480
9490
9500
9510
9520
9530
9540
9550
9560
9570
9580
9590
9600
9610
9620
9630
9640
9650
9660
9670
9680
9690
9700
9710
9720
9730
9740
9750
9760
9770
9780
9790
9800
9810
9820
9830
9840
9850
9860
9870
9880
9890
9900
9910
9920
9930
9940
9950
9960
9970
9980
9990
10000

【0010】また、本発明の半導体ウェーハの延伸分離装置は、へき開ラインが形成された半導体ウェーハが貼り付けられる平らな半導体ウェーハ貼付面を有する延伸シートと、この延伸シートを、半導体ウェーハ貼付面より外周側の部分で保持する保持手段と、この保持手段で保持された延伸シートの半導体ウェーハ貼付面の裏面側から押圧力を与えて、この半導体ウェーハ貼付面全面を曲面状に膨出させて延伸させる押圧手段とを備え、半導体ウェーハを貼り付けた半導体ウェーハ貼付面の全面が曲面状に膨出して延伸されることで、半導体ウェーハはへき開ラインに沿って複数の半導体片に分離される。

【0011】すなわち、一回の押圧動作で、半導体ウェーハ貼付面上の半導体ウェーハに形成された全てのへき開ラインについて、へき開に必要な応力を均一に与えるべく半導体ウェーハ貼付面全面を曲面状に膨らませて延伸させ、分離不良を生じないようにしている。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0013】図1は、本発明の実施の形態による延伸分離装置20の断面図を示し、図1Aは延伸分離前、図1Bは延伸分離された状態を示す。図2は、分離前における平面図である。

【0014】粘着性の樹脂などで成る延伸シート22の平らな中央部は、半導体ウェーハ21が貼り付けられる半導体ウェーハ貼付面22aを形成している。この外周側の部分は中空孔24aを有する支持台24と支持リング23との間に挟まれ固定され、その固定方法としては例えばボルト25を支持リング23及び延伸シート22

を貫いて支持台24に螺着させている。ボルト25を使わずに、クランプ部材などで延伸シート22の外周部を支持リング23と支持台24との間で狭圧したり、延伸シート22の外周部を直接、支持台24に接着して固定させてもよい。

【0015】延伸シート22の半導体ウェーハ貼付面22aには、半導体ウェーハ21が貼り付けられる。半導体ウェーハ21は、例えばシリコンやガリウムヒ素(GaAs)で成り、円板形状の半導体ウェーハから切り出された長尺板(バー)状である。そして、図2に示すように複数本、半導体ウェーハ貼付面22aに貼り付けられている。図2では、一列に並んでいるが、半導体ウェーハ21の長さによっては、2列、3列、・・・というように多列に並べてもよい。

【0016】半導体ウェーハ21の短手方向と平行に、複数本(図示では1つの半導体ウェーハ21について4本)のへき開ライン26が、ダイヤモンドカッターなどで、予め、前工程で形成されている。このへき開ライン26は、半導体ウェーハ21の上部のみに形成されているが、下方まで完全な分割線として形成してもよい。

【0017】半導体ウェーハ貼付面22aの裏面側で、支持台24の中空孔24a内には押圧体27が上下方向へ移動可能に配設されている。押圧体27の、半導体ウェーハ貼付面22aの裏面と対向する上面は球面となっている。押圧体27は、モータなどを駆動源とする移動手段により上下動される。あるいは、手で上下動するようにしてもよい。

【0018】以上のように構成される延伸分離装置20において、次にその作用について説明する。

【0019】先ず、図1Aに示すように、延伸シート22の半導体ウェーハ貼付面22aに、へき開ライン26が形成された半導体ウェーハ21が貼り付けられ、この半導体ウェーハ貼付面22aより外周側の部分は支持リング23及びボルト25で支持台24に固定される。

【0020】その状態で、押圧体27が上昇して、この先端の球面が半導体ウェーハ貼付面22aの裏面に接触し、更に上昇して半導体ウェーハ貼付面22aを突き上げ、半導体ウェーハ貼付面22a全面を球面状に膨出させる(図1B)。これにより、各へき開ライン26全てに対して、へき開させるべき応力が均等に作用し、分離不良を生じることなく、複数の半導体片(半導体チップ)21aに分離される。また、1度の突き上げ(押圧)で全てのへき開ラインについて応力を作用させて効率よく分離することができる。そして、各半導体片21a間のピッチがほぼ等しくされて分離された状態となると押圧体27の突き上げは停止され、分離の完了となる。

【0021】なお、押圧体27の突き上げ量z(図1Bに示す)と、球面の曲率半径rは、半導体ウェーハ21の厚さをt(図1Aに示す)、半導体ウェーハ21の短

手方向の長さをL(図2に示す)とすると、 $r \leq L \times 500$ 、 $z \geq t \times 5$ 、によって決められ、半導体ウェーハ21のサイズに応じて安定した確実な半導体片21aへの分離が行えるようにしている。上記関係式における定数は、半導体ウェーハサイズが変動しても、分離が良好に行われる突き上げ量z及び球面の曲率半径rとなるべく、実験や計算により見込んで求められた値である。

【0022】以上、本発明の実施の形態について説明したが、勿論、本発明はこれに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

【0023】上記実施の形態では、図2に示すように、長尺板状の半導体ウェーハ21の分離に適用したが、図3に示すように、円板状の半導体ウェーハ28から縦横格子状に形成されたへき開ライン28a、28bに沿って半導体片28cを分離するようにしてもよい。また、図4に示すように、円板状の半導体ウェーハ29から長尺板状の半導体片29bを分離する場合には、球面で押圧力を与えると、へき開ライン29a以外の部分で折れてしまうおそれがあるので、円柱側面を有する押圧体を用い、その円柱側面の軸線方向をへき開ライン29aと平行にして押圧する。このようにすれば、図4において縦方向にのみ延伸する力が与えられるので、折れを生じることなく長尺板状の半導体片29bを分離することができる。もちろん、上記実施の形態においても押圧体27の上面は円柱側面としてもよい。

【0024】また、上記実施の形態では、半導体ウェーハ21はシリコンやガリウムヒ素で成るとしたが、他の材質、例えばへき開性が低く従来の図5に示す方法では分離不良が発生しやすかったA1203でもよく、このようなへき開性が低い材質の半導体ウェーハに対しても本発明では確実な半導体片(チップ)への分離を可能とする。

【0025】また、上記実施の形態では、押圧体27を、支持台24に固定された延伸シート22に対して移動させたが、押圧体27を固定させておいて、延伸シート22をその外周部でクランプ部材などで把持して、固定させた押圧体27に対して移動させてもよい。もちろん、延伸シート22と押圧体27の両方を移動させても

よく、すなわち、半導体ウェーハ貼付面22aの裏面に押圧体27が押圧して移動可能となるように延伸シート22と押圧体27が相対的に移動できるようにすればよい。

【0026】また、半導体ウェーハ貼付面22aの裏面の押圧に押圧体27を用いるのではなく、空気圧や油圧などの流体圧を与えて、半導体ウェーハ貼付面22a全面を曲面状に膨出させて延伸するようにしてもよい。

【0027】

10 【発明の効果】本発明の請求項1または請求項2によれば、半導体片への分離不良を低減させ、歩留と設備稼働率を向上できる。また、1度により多くのへき開ラインについて分離を行うことができ作業効率も向上させることができ量産に有効である。

【0028】また、請求項4によれば、ウェーハサイズに合わせて最適な、分離させるための応力を与えることができる。

【0029】また、請求項5によれば、折れを発生させることなく、長尺板状の半導体片を分離できる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による延伸分離装置の断面図であり、Aは延伸分離前、Bは延伸分離された状態を示す。

【図2】同平面図である。

【図3】格子状にへき開ラインが形成された円板状半導体ウェーハの平面図である。

【図4】一方向のみに、平行なへき開ラインが形成された円板状半導体ウェーハの平面図である。

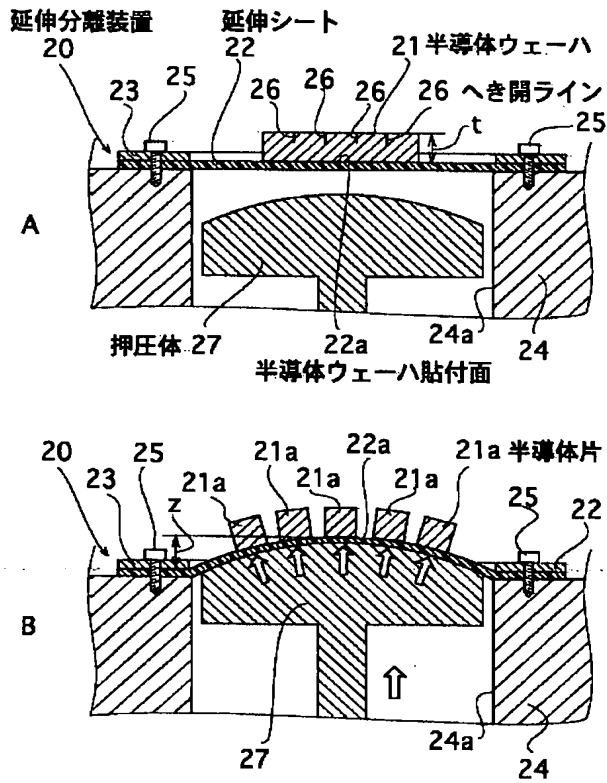
30 【図5】従来例の延伸分離作用を説明する図であり、Aは分離前、Bは分離された状態を示す。

【図6】他従来例による半導体ウェーハの分離を示す図である。

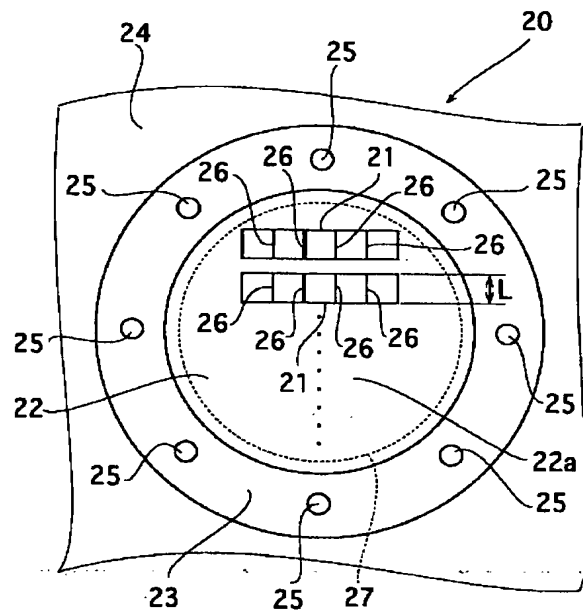
【符号の説明】

20……延伸分離装置、21……半導体ウェーハ、21a……半導体片、22……延伸シート、22a……半導体ウェーハ貼付面、26……へき開ライン、27……押圧体。

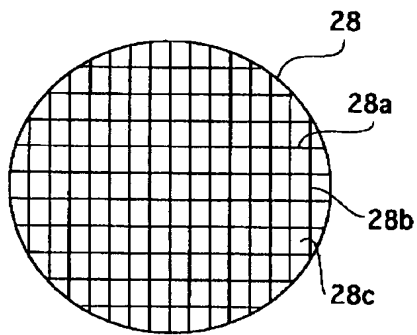
【図1】



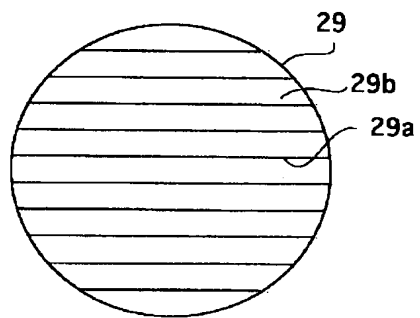
【図2】



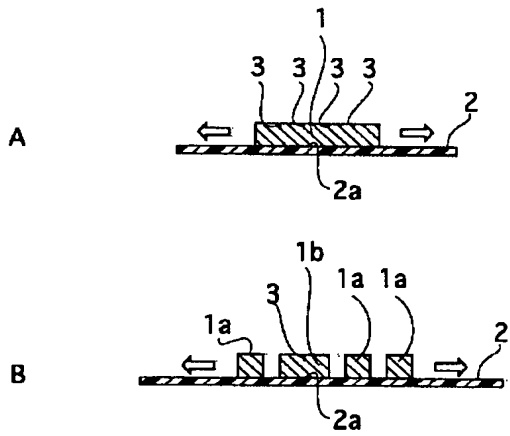
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

